Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon
Kasvitieteellisiä Julkaisuja
Osa 4. N:o 10.
Annales Botanici Societatis Zoologicæ-Botanicæ Fennicæ Vanamo
Tom. 4. N:o 10.

ÜBER DIE TÄGLICHE PERIODIZITÄT DER KERNTEILUNG IN DEN KEIMWURZELSPITZEN VON BRASSICA OLERACEA

von

SAKARI SAARNIJOKI

Mit 3 Diagrammen im Text und 3 Tabellen

Suomenkielinen selostus:
Tumajakaantumisen vuorokautisesta vaihtelusta *Brassica oleracean* alkiojuuren kasvupisteessä

HELSINKI 1933

Digitized by the Internet Archive
in 2025

HELSINKI 1933
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN SEURAN KIRJAPAINON OY.

https://archive.org/details/annales-botanici-fennici_1933_4_10

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Lebenserscheinungen der Pflanze ganz allgemein rhythmisch verlaufen. Eine deutliche tägliche Periodizität ist im Wachstum der Pflanze und in den Kernteilungen der Vegetationspunkte festgestellt worden. Einen Wechsel der Kernteilungsfrequenz zu verschiedenen Zeiten des Tages beobachteten schon LEWIS (1901) und KELLICOTT (1904), doch erst später ist diese Erscheinung einer genaueren Untersuchung unterzogen worden. So haben KARSTEN (1918), FRIESNER (1920), STÅLFELT (1921) und ABELE (1925) sie in den Vegetationspunkten sowohl des Sprosses wie auch der Wurzel mehrerer verschiedener Pflanzenarten beobachtet. Die unter denselben unveränderten Verhältnissen auftretenden Maxima und Minima der Kernteilungsfrequenz fallen bei den verschiedenen untersuchten Pflanzenarten fast auf alle Stunden des Tages, was die Ursache des Phänomens mehr oder minder unklar erscheinen lässt. Die Erklärungen scheinen sich hauptsächlich auf die Frage zu beschränken, ob die Ursache dieser Erscheinung ausschliesslich in der inneren Organisation der Pflanze liegt, oder ob die Periodizität von der Einwirkung äusserer Faktoren bedingt ist. Jedenfalls bedarf es zahlreicher und wahrscheinlich mit einer grossen Anzahl verschiedener Pflanzenarten ausgeführter genauer Untersuchungen um diese Frage klarzulegen. Als ein kleiner Beitrag dazu sei die folgende zytologisch-statistische Arbeit vorgelegt.

In der vorliegenden Untersuchung dienten Keimwurzelspitzen von *Brassica oleracea* als Untersuchungsobjekt. Zur Beantwortung ist zuvörderst die Frage gestellt worden, ob hier in der Kernteilungsintensität zu verschiedenen Zeiten des Tages Schwankungen nachzuweisen sind und, falls das der Fall sein sollte, ob die beobachteten Phasen auf bestimmte Stunden fallen, oder ob diese »Fixierung» z.B. vom Zeitpunkt des Beginnes der Keimung abhängig ist. Bezüglich der äusseren Faktoren sind zugleich Beobachtungen über

die eventuelle Einwirkung des Lichtes auf die Periodizität angestellt worden.

Methodisches. Die gleich grossen, gleichzeitig gekeimten Samen wurden auf Tonteller zwischen Löschpapierbogen unter eine Glasglocke gestellt und durch regelmässiges Befeuchten stets mässig feucht gehalten. Die Zucht der infolgedessen ausschliesslich gleich grosse und gleich alte Wurzeln enthaltenden Kulturen geschah in einem dunklen Thermostatenzimmer, dessen Temperatur sich ziemlich konstant hielt, indem die Schwankungen höchstens 1.2° C betrugen. Als Lichtquelle bei bestimmten Versuchen diente eine durch fliessendes Wasser gekühlte Glühlampe von 500 Watt, die etwa 1 m entfernt von den Kulturen aufgestellt wurde. Sonst wurde nur bei Bedarf schwaches rotes Licht bei der Arbeit angewandt. Das Fixieren wurde bei einer Länge der Wurzeln von 1—1.5 cm begonnen. Als Fixiermittel wurde NAWASCHINS Lösung verwendet. Darauf folgte in der üblichen Arbeitsfolge das Einbetten in Paraffin. Es wurden Querschnitte von 8 μ Dicke hergestellt; die Färbung geschah mit Jod-Gentianaviolett.

Die Kernteilungsintensität wurde in jeder einzelnen Wurzelspitze nach der Menge der Karyokinesen in den aufeinanderfolgenden Schnitten bestimmt. Dabei wurden alle Kerne von beginnender Prophase an bis zur fortgeschrittenen Telophase berücksichtigt. Aus den Berechnungen fiel jedoch stets das Haubengewebe aus, wo deutliche Kernteilungen nie beobachtet wurden, sowie weiter oben in der Wurzel das Dermatogen, das ebenfalls keine deutlichen Kernteilungsphasen aufwies. Das Haubengewebe umfasste durchschnittlich die ersten 20 Schnitte der Wurzelspitze vollständig und beschränkte sich dann weiter oben auf die äusseren Teile der Wurzel. Die Bestimmungen begannen also in dem unmittelbar auf die Haube folgenden Initialgewebe, wobei Schnitt für Schnitt, in jeder Wurzel bis zum 85. die in Teilung begriffenen Kerne abgezählt wurden. Auf diese Weise war es möglich die in der Wurzelspitze herrschenden diesbezüglichen Verhältnisse fast völlig klarzulegen. Der Zählung entziehen sich nur die wenigen in Teilung begriffenen Kerne, die insbesondere im Plerom weiter von der Wurzelspitze entfernt anzutreffen sind.

Die ersten Forscher, die die Frage nach der Periodizität der Kernteilungen ausführlicher behandelten, haben sich bei der

Zählung der Karyokinesen nur eines oder mehrerer zentralen Wurzellängsschnitte bedient. Die hier vorgenommene Abzählung sämtlicher in der Wurzelspitze befindlicher Teilungsphasen an Serienquerschnitten dürfte vielleicht das sicherste Resultat gewährleisten. Das von mir in Anwendung genommene Verfahren führt jedoch einige Schwierigkeiten und Fehlerquellen mit sich, die die Genauigkeit der Methode verringern. Die Verwendung von Querschnitten bedingt nämlich, dass alle Kernteilungsphasen nicht immer einwandfrei bestimmt werden konnten, welcher Umstand die Zählung der Karyokinesen sehr erschwerte. So bereitet z.B. wegen ihrer grossen Ähnlichkeit die Identifizierung der Prophasen- und Telophasenkerne grosse Schwierigkeiten in dem Falle, dass die beiden Chromosomengruppen des letztgenannten Stadiums sich nicht in demselben Schnitte befinden. Deshalb war ich in der vorliegenden Arbeit gezwungen zwei aufeinanderfolgende Schnitte und in ihnen wiederum Stellung und Aussehen der fraglichen Kerne untereinander zu vergleichen. Wenn nun in beiden Schnitten auf derselben Stelle, also in derselben Zellreihe, zwei ähnliche Chromosomengruppen zu sehen waren, wurden sie als zu einer Telophasen-Zelle gehörig angesehen, als zu einer Prophase dagegen, wenn die Chromosomengruppe sich nur in einem einzigen Schnitte befand. In derselben Weise wurden die Metaphase und die Anaphase miteinander verglichen. Die Möglichkeit, dass zwei ähnliche Kernteilungsphasen sich in zwei aufeinanderfolgenden Zellen derselben Zellreihe befänden, scheint freilich ziemlich oft vorhanden zu sein (vgl. Wagner 1930, p. 7), dass es sich aber um genau die gleiche Phase der Teilung handelte, dürfte schon seltener sein. Dieser Umstand sowie die Ungenauigkeiten beim Arbeiten am Mikroskop bedingen auch die grössten Fehlermöglichkeiten, die jedoch, wie die wiederholt von mir vorgenommenen Zählungen zeigen, höchstens 8.5 % betragen.

Die Periodizität der Kernteilung bei gleichzeitigem Beginn der Keimung in der Dunkel- und der Licht-Dunkelserie. Der Versuch begann am 10. II. um 11 Uhr und umfasste zwei Kulturen, von denen die eine in eine grosse Holzkiste lichtdicht eingeschlossen in völliger Dunkelheit im Thermostatenzimmer wuchs; die zweite wiederum wurde vom Beginn der Keimung an während der ganzen Versuchsdauer täglich in der Zeit von 8 bis 16 Uhr in der oben geschilderten Weise

beleuchtet. Das Fixieren wurde in beiden Versuchsreihen gleichzeitig am 13. II. um 9 Uhr begonnen und in Zeitabständen von je 2 Stunden bis zum nächsten Tag 11 Uhr fortgesetzt, wobei jedesmal 7—8 Keimwurzeln fixiert wurden.

Die Teilungsintensität zu jeder Fixierungsstunde wurde dann durch Abzählen der sich teilenden Kerne von je 4—5 Wurzeln bestimmt. Die Tabellen I (Dunkelserie) und II (Licht-Dunkelserie) zeigen die in dieser Weise berechneten Totalmengen der sich teilenden Kerne für je 25, 50, 75 und 85 Schnitte sowie die aus den letzteren für jede Fixierungsstunde berechneten Durchschnittswerte. — Die Kurven der Diagramme 1 und 2 sind direkt von diesen Werten abgeleitet. Die Stunden des Tages bilden die Abzisse, während die Mengen der sich teilenden Kerne auf der Ordinate vermerkt sind.

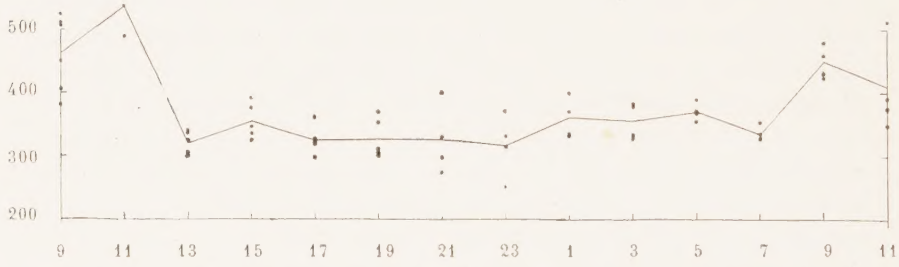

Diagramm 1. Die tägliche Periodizität der Kernteilung bei gleichzeitigem Beginn der Keimung in der Dunkelserie. (Die Punkte geben die Anzahl der Karyokinesen in den einzelnen Wurzeln an.)

Diagramm 1 zeigt die bei dem Versuch in völliger Dunkelheit erhaltene Kurve. In dieser lässt die Anzahl der sich teilenden Kerne des Wurzelvegetationspunktes eine ausgeprägte tägliche Periodizität erkennen, indem deutliche Maxima um 9—11 Uhr auftreten, wogegen ein deutliches Minimum nicht wahrgenommen werden kann, falls als ein solches nicht die niedrige Lage der Kurve in der Zeit zwischen 21 und 23 Uhr angesehen werden könnte. Wie aus der Tab. I ersichtlich ist, wird der Auf- und Abstieg der Kurve nicht durch irgendeine bestimmte Zone der Wurzelspitze allein veranlasst, sondern er beruht auf einem sich in der ganzen Wurzel auf einer grösseren Strecke vollziehenden regelmässigen zeitlichen Wechsel der Anzahl der Karyokinesen. Ausserdem zeigt sich, dass diejenigen Karyokinesenzahlen, die die Teilungsintensität angeben,

in den einzelnen Wurzeln zu gleicher Zeit des Tages weitgehend übereinstimmen, wie es die in das Diagramm 1 eingezeichneten, diese Zahlen bezeichnenden einzelnen Punkte veranschaulichen, denn der mittlere Fehler des Durchschnittswertes dieser Zahlen variiert zwischen ± 1.8 und ± 8.9 %. Das Diagramm ist den von KARSTEN und STÅLFELT unter den gleichen Bedingungen erhaltenen Kurven analog, die u.a. ein Wiederkehren des Maximums nach jedesmal 24 Stunden sowie dieselben in Prozenten ausgedrückten Unterschiede der Amplituden aufweisen. Das Versuchsergebnis zeigt, dass auch in den Wurzelspitzen von *Brassica oleracea*, unter konstanten Aussenverhältnissen eine Periodizität in der Kernteilung herrscht.

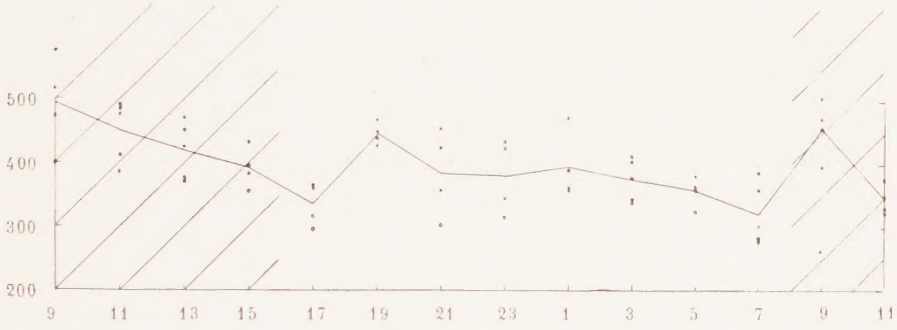

Diagramm 2. Die tägliche Periodizität der Kernteilungen bei gleichzeitigem Beginn der Keimung in der Licht-Dunkelserie. (Die schrägen Linien geben die Belichtungszeiten an.)

Diagramm 2 zeigt die Ergebnisse des Versuches bei wechselnder Beleuchtung und Dunkelheit, Tab. II die entsprechenden Karyokinesenzahlen. Diese lassen hier womöglich noch deutlicher als bei der vorigen Versuchsreihe jene regelmässige Zu- und Abnahme der Teilungsphasen auf einem sich durch die ganze Wurzel erstreckenden Gebiet erkennen. Beim Vergleich des Diagramms mit der Normalkurve, also mit den Ergebnissen der Kultur in völliger Dunkelheit, fällt vor allem der ungleichmässigere Verlauf der Kurve auf. Ebenso wie in dem Normaldiagramm lassen sich auch hier Maxima in der Zeit von 9—11 Uhr beobachten, doch tritt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Maxima jetzt mindestens ein neuer, obzwar kleinerer Anstieg um 19 Uhr auf. Die deutlichsten Minima fallen

auf 17 und 7 Uhr. Der Vergleich dieses Ergebnisses mit den entsprechenden von KARSTEN und STÅLFELT, bei deren Versuchen freilich 12-stündige Belichtung angewandt wurde, ergibt Ähnlichkeiten darin, dass auch dort die Schwankungen der Teilungsintensität rascher aufeinanderfolgen: die Kurven verdoppeln sich durch Bildung von zwei Maxima und zwei Minima innerhalb der Zeit von 24 Stunden. In der vorliegenden Arbeit konnten keine solche deutlichen Unterschiede im Verhalten der einzelnen Wurzeln zum Licht beobachtet werden, wie KARSTEN (1918, p. 27) und STÅLFELT (1921, p. 41) angeben. Betrachtet man nämlich die Karyokinesenzahlen der Tab. II oder im Diagramm 2 die sich auf diese Zahlen beziehenden einzelnen Punkte, so lässt sich auf beiden Seiten der Maxima im Gegensatz zu den genannten Forschern keine zu früh eingetretene oder verspätete Kernteilung beobachten. Eher scheinen sich die einzelnen Wurzeln alle gleichartig zum Licht zu verhalten, denn der mittlere Fehler des Durchschnittswertes bleibt fortwährend fast derselbe wie vorher, d.h. er schwankt zwischen den Werten ± 1.9 und ± 8.7 %. Die Unterschiede in der Beleuchtung scheinen also in keinerlei Beziehung zur Periodizität zu stehen, denn die regelmässige tägliche Periodizität und insbesondere die Hauptmaxima und -Minima scheinen neben den durch das Licht hervorgerufenen Störungen fortzubestehen.

Die Beziehungen der Periodizität zum Zeitpunkt des Beginnes der Keimung. In dieser Versuchsreihe wurde im Gegensatz zu den vorhergehenden der Zeitpunkt der Keimung auf verschiedene Stunden des Tages verlegt. Die erste Keimung wurde im Thermostatenzimmer am 13. IV. um 9 Uhr in Gang gesetzt, zu welcher Zeit etwa 20 gleich grosse Samen in der früher geschilderten Weise zum Keimen gestellt wurden. Dasselbe wurde dann um 15 und 21 Uhr sowie am 14. IV. um 3 und 9 Uhr wiederholt. Dabei wurde auf die gleichzeitige Keimung der Samen in jeder Kultur für sich geachtet. Das Fixieren begann am 16. IV. um 9 Uhr und betraf die zu der entsprechenden Tagesstunde zum Keimen gestellte Kultur. Die folgenden kamen dann um 15 und 21 Uhr sowie am 17. IV. um 3 und 9 Uhr an die Reihe, so dass folglich alle Wurzeln in Bezug auf ihre Keimung gleich alt und ausserdem noch gleich gross waren.

Die Anzahl der Karyokinesen von je 3—4 Wurzeln jeder Kultur

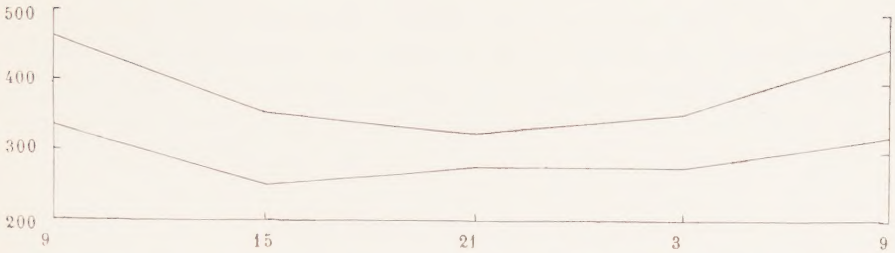

Diagramm 3. Die untere Kurve zeigt die Periodizität der Kernteilungen in Wurzeln der Dunkelserie, die zu verschiedenen Zeiten gekeimt haben. Die obere Kurve ist für die entsprechenden Zeitpunkte dem Diagramm 1 entnommen und zum Vergleich miteingezeichnet.

(d.h. jedes Fixierzeitpunktes) mitsamt den Durchschnittswerten sind aus Tab. III ersichtlich. Die untere Kurve im Diagramm 3 veranschaulicht die Ergebnisse dieses Versuches. Daneben ist die Normalkurve des vorhergehenden Versuches eingezeichnet, jedoch unter Beachtung ausschliesslich der für diesen letzten Versuch in Frage kommenden Stunden des Tages. Sie liegt bedeutend höher als diejenige des hier geschilderten Versuches, offenbar infolge der bei den beiden Versuchen herrschenden verschiedenen Temperatur (vgl. die Tabellen). Die in Bezug auf ihre Keimung gleich alten Wurzeln weisen auch jetzt eine deutliche tägliche Periodizität der Kernteilungen auf, indem die untere Kurve der oberen in ihrem Verlauf ziemlich gleichmässig folgt, und wenigstens die Maxima mit denjenigen der vorhergehenden Versuche gut übereinstimmen. Insofern also die Ergebnisse der in Zeitabständen von 6 Stunden vorgenommenen Zählungen von 3—4 Wurzeln in ihren Durchschnittswerten ein deutliches Bild über die Verteilung der Periodizität auf die 24 Stunden des Tages geben können, deutet dieser Versuch darauf hin, dass die Wechselpunkte der Kurve unabhängig vom Zeitpunkt der Keimung, m.a.W. auf bestimmte Stunden des Tages »fixiert» sind.

Kurze Zusammenfassung. 1. Der Vegetationspunkt der Keimwurzelspitze von *Brassica oleracea* weist bei unveränderten Aussenverhältnissen eine deutliche Periodizität der Kernteilung auf.

2. Das Licht scheint an dem Auftreten der Erscheinung keinen direkten Anteil zu haben.

3. Die Schwankungen der Teilungsintensität sind unabhängig vom Zeitpunkt des Beginnes der Keimung, aber an bestimmte Stunden des Tages gebunden, indem die Maxima um 9—11 Uhr auftreten, die undeutlicheren Minima dagegen in die Zeit von 21—23 Uhr fallen.

Die vorliegende zytologisch-statistische Arbeit ist in den Jahren 1930—1931, zum grössten Teil im Botanischen Institut der Universität Helsinki, teils aber, im Sommer 1931, im Laboratorium der Gartenbauversuchsstation Südwest-Finnlands in Piikkiö ausgeführt worden.

Meinen Lehrern, Herrn Prof. Dr. K. Linkola und Herrn Dr. Olavi Meurman, die meine Untersuchungen durch wertvolle Ratschläge gefördert haben, möchte ich hier meinen besten Dank aussprechen.

Tabelle I.

Nr. der Wurzel	Stunde	Temperatur	Anzahl der Karyokinesen für je: 25 Schnitte	50 Schnitte	75 Schnitte	85 Schnitte	Der für 85 Schnitte berechnete: Durchschnittswert.	Mittlere Fehler	Mittlere Fehler in %
1	9	18.5	157	274	385	405	463	± 24.4	± 5.3
2			176	314	470	510			
3			103	274	364	381			
4			159	322	425	452			
5			139	314	467	506			
6			119	334	492	523			
7	11	19	108	334	510	536	535	± 18.2	± 3.4
8			170	372	474	489			
9			156	381	515	536			
10			170	365	528	578			
11	13	19.5	94	218	290	304	320	± 7.8	± 2.4
12			87	204	327	339			
13			96	201	280	300			
14			91	215	309	334			
15			106	201	295	324			
16	15	19.7	105	257	362	391	354	± 12.8	± 3.6
17			98	224	354	377			
18			112	216	319	346			
19			81	186	309	334			
20			104	212	292	324			
21	17	19.7	124	212	261	298	325	± 10.3	± 3.2
22			102	206	301	321			
23			70	183	279	319			
24			99	234	315	325			
25			111	255	334	362			
26	19	19.5	101	206	290	301	326	± 13.8	± 4.2
27			90	192	282	313			
28			121	270	354	369			
29			95	240	328	353			
30			88	179	269	305			

Nr. der Wurzel	Stunde	Temperatur	Anzahl der Karyokinesen für je: 25 Schnitte	50 Schnitte	75 Schnitte	85 Schnitte	Der für 85 Schnitte berechnete. Durchschnittswert.	Mittlere Fehler	Mittlere Fehler in %
31	21	19	80	184	258	274	325	± 27.2	± 8.4
32			108	277	354	399			
33			86	216	301	328			
34			84	177	269	297			
35	23	19	122	254	343	371	317	± 24.7	± 7.8
36			92	185	242	252			
37			78	231	314	331			
38			95	168	266	313			
39	1	18.7	95	219	353	399	360	± 15.4	± 4.3
40			100	228	311	336			
41			118	232	309	334			
42			121	278	342	369			
43	3	18.6	104	250	311	333	355	± 14.4	± 4.1
44			128	269	317	—			
45			105	230	307	327			
46			122	266	358	378			
47			107	275	351	381			
48	5	18.5	119	246	338	371	370	± 6.5	± 1.8
49			148	287	374	387			
50			116	249	338	368			
51			72	220	334	355			
52	7	18.5	120	252	322	335	334	± 8.2	± 2.5
53			107	261	330	—			
54			104	216	291	316			
55			96	232	339	356			
56			114	235	313	330			
57	9	18.5	128	283	394	424	449	± 12.9	± 2.9
58			93	229	410	459			
59			127	299	445	480			
60			102	285	407	431			
61	11	19	83	244	376	392	407	± 36.3	± 8.9
62			108	211	342	376			
63			78	208	317	347			
64			168	384	487	512			

Tabelle II.

Nr. der Wurzel	Stunde	Temperatur	Anzahl der Karyokinesen für je: 25 Schnitte	50 Schnitte	75 Schnitte	85 Schnitte	Der für 85 Schnitte berechnete: Durchschnittswert	Mittlere Fehler	Mittlere Fehler in %
65	9	18.5	113	258	365	398	491	± 37.5	± 7.6
66			150	326	485	516			
67			104	279	421	472			
68			137	326	520	576			
69	11	19	121	256	412	474	449	± 21.4	± 4.8
70			158	242	348	384			
71			122	311	451	489			
72			108	260	373	411			
73			137	207	423	485			
74	13	19.5	122	268	400	450	418	± 19.8	± 4.7
75			110	304	433	470			
76			91	236	383	424			
77			98	242	341	377			
78			97	259	366	369			
79	15	19.5	90	229	360	433	391	± 15.9	± 4.1
80			121	268	360	383			
81			90	255	362	393			
82			96	231	334	356			
83	17	19.5	115	236	336	366	335	± 17.3	± 5.2
84			78	181	270	296			
85			93	226	297	315			
86			78	209	337	362			
87	19	19.2	134	296	428	467	446	± 8.6	± 1.9
88			127	290	421	450			
89			102	262	374	438			
90			127	266	396	427			
91	21	19	110	274	401	426	386	± 33.6	± 8.7
92			107	214	326	357			
93			87	209	296	303			
94			130	280	427	457			

Nr. der Wurzel	Stunde	Temperatur	Anzahl der Karyokinesen für je: 25 Schnitte	50 Schnitte	75 Schnitte	85 Schnitte	Der für 85 Schnitte berechnete: Durchschnittswert	Mittlere Fehler	Mittlere Fehler in %
95	23	19	113	239	284	314	380	± 29.5	± 7.8
96			115	265	396	435			
97			107	232	314	346			
98			112	268	386	424			
99	1	18.7	138	299	434	472	396	± 26.3	± 6.6
100			106	235	340	390			
101			85	218	347	362			
102			98	243	345	359			
103	3	18.6	91	225	324	343	375	± 15.1	± 4.1
104			114	230	327	338			
105			133	264	369	412			
106			143	273	371	403			
107			108	241	354	377			
108	5	18.5	102	253	374	381	358	± 11.6	± 3.2
109			115	225	306	326			
110			88	239	335	365			
111			98	243	345	359			
112	7	18.5	77	205	284	302	321	± 21.7	± 6.8
113			87	196	315	359			
114			98	224	349	387			
115			73	177	251	277			
117			86	157	258	284			
118	9	18.5	141	295	427	471	458	± 22.7	± 5
119			110	200	422	459			
120			107	326	481	506			
121			86	233	362	397			
122	11	19	—	225	—	330	345	± 11.8	± 3.4
123			—	234	—	323			
124			112	258	352	376			
125			124	238	328	349			

Tabelle III.

Nr. der Wurzel	Stunde	Temperatur	Anzahl der Karyokinesen für je:				Der für 85 Schnitte berechnete:		
			25 Schnitte	50 Schnitte	75 Schnitte	85 Schnitte	Durchschnittswert	Mittlere Fehler	Mittlere Fehler in %
126	9	17.6	—	296	—	357	336	± 9	± 2.7
127			—	294	—	338			
128			106	230	303	313			
129			196	253	328	335			
130	15	17.6	91	185	241	252	252	± 10.4	± 4.1
131			93	219	266	270			
132			88	186	215	234			
133	21	17.8	86	188	250	268	273	± 7.7	± 2.8
134			107	212	257	264			
135			83	208	284	289			
136	3	17.8	—	237	—	284	272	± 24.1	± 8.9
137			114	253	314	318			
138			84	172	229	237			
139	9	17.8	98	215	303	312	322	± 6.5	± 2
140			104	235	314	323			
141			115	254	331	340			
142			109	202	287	313			

LITERATURVERZEICHNIS.

Abele, K., 1925, Zur Kenntnis der Kernteilungsperiodizität in den Wurzeln von Vicia amphicarpa Dort. Bot. Archiv 11, p. 471—474.

Friesner, R. C., 1920, Daily rhythms of elongation and cell division in certain roots. Amer. Journ. of Bot. Vol. 7, p. 380—407.

Karsten, G., 1915, Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Zeitschr. f. Bot. 7, p. 1—34.

—»— 1918, Über die Tagesperiode der Kern- und Zellteilungen. Zeitschr. f. Bot. 10, p. 1—20.

Kellicott, W. E., 1904, The daily periodicity of cell division and of elongation in the root of Allium. Bull. Torrey Bot. Club, Vol. 31, p. 529—550. (Zit. nach Tischler, 1924.)

Kniep, H., 1915, Über den rhytmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. Die Naturwissensch. III, p. 462—472.

Lewis, A. C., 1901, Contributions to the knowledge of the physiology of karyokinesis. Bot. Gaz. 32, p. 423—425.

Romell, L. G., 1918, Eine neue anscheinend tagesautonomische Periodizität. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 12, p. 446—463.

Stålfelt, M. G., 1920, Ein neuer Fall von tagesperiodischem Rhythmus. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 14, p. 186—189.

—»— 1921, Studien über die Periodizität der Zellteilung und sich daran anschliessende Erscheinungen. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 62, p. 1—114.

Tischler, G., 1921, Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin.

Wagner, N., 1930, Über die Mitosenverteilung im Meristem der Wurzelspitze. Planta 10, p. 1—27.

SUOMENKIELINEN SELOSTUS.

TUMAJAKAANTUMISEN VUOROKAUTISESTA VAIHTELUSTA BRASSICA OLERACEAN ALKIOJUUREN KASVUPISTEESSÄ.

Edellä on selostettu tekijän vuosina 1930—31 suorittama sytologis-statistinen työ, jonka tarkoituksena on ollut tutkia, ilmenisikö *Brassica oleracea*lla jaksollisuutta juuren jakaantuvien tumien määrässä. Tätä varten suoritettiin kokeet konstanteissa olosuhteissa kahtena yht'aikaa itämään pantuna viljelyssarjana. Toinen näistä oli täydessä pimeässä toinen valon ja pimeän vaihtelussa. Tarkoituksena oli tutkia valon vaikutusta mahdolliseen ilmiöön. Myöhemmin tulosten ollessa jo selvillä pantiin käyntiin kolmas koesarja, jossa tarkastelun alaisena oli kysymys olisiko itämisen alkamishetkellä mitään osuutta tässä tapahtumassa.

Erikoista tutkimusmetodissa on ollut alkiojuuren k o k o kasvupisteen tarkastaminen laskemalla jakaantuvien tumien määrät toisiaan seuraavista p o i k k i l e i k k a u k s i s t a. Aiemmin sitävastoin tämä tumien määrääminen on rajoittunut vain osaan juurta, nimittäin yhteen tai muutamaan keskeisimpään pituusleikkaukseen, jotenka tekijän käyttämä metodi on tässä suhteessa tarkempi.

Saaduista tuloksista mainittakoon seuraavaa:

1. *Brassica oleracea*lla juurenkärjen kasvupisteessä ilmenee selvää vuorokautista tumajakaantumisten jaksollisuutta ulkoisten olosuhteiden ollessa muuttumattomia.

2. Valolla ei näytä olevan mitään suoranaista osuutta ilmiön esiintymisessä.

3. Jakaantumisjaksojen vaiheet ovat riippumattomia itämisen alkamisesta ja määrätyille tunneille kiinnittyneitä maksimien esiintyessä klo 9—11 aikoina, epäselvempien minimien sijaitessa klo 21—23 paikkeilla.